

МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ОБОГАТИТЕЛЕЙ

Россия, Москва



ММКО-2025

ТЕЗИСЫ

MOSCOW INTERNATIONAL MINERAL PROCESSING CONGRESS

Russia, Moscow



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЁР

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР

СПОНСОРЫ



Металлоинвест



БАКОР
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИННОВАЦИИ
ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ



NORD
ENGINEERING



АЛМАЗИНТЕХ
консультации и инжиниринг

ИНСТИТУТ
TOMC
www.tomsmineal.ru



ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА



Горная
Биржа



«Руда и Металлы»
Издательский дом

**ГОРНАЯ
КНИГА**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
«ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР
ИМЕНИ АКАДЕМИКА Н.В. МЕЛЬНИКОВА РАН» (ИПКОН РАН)

МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ОБОГАТИТЕЛЕЙ

Россия, Москва
11-14 марта 2025 г.



ММКО-2025

ТЕЗИСЫ

МОСКВА 2025

УДК 662.7
ББК 33.4
Ч-18

Составитель
Академик РАН
В.А. Чантурия

Ч-18 **Тезисы Московского Международного Конгресса Обогащителей (ММКО-2025).** –
М.: Издательский Дом «Графит», 2025. – 350 с.

В сборнике представлены материалы докладов руководителей и специалистов ведущих промышленных предприятий, университетов, научно-исследовательских, проектных и инжиниринговых организаций в сфере обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья.

Представлены результаты исследований и разработок, научно-технические решения по совершенствованию технологий обогащения и комбинированных процессов переработки руд черных, цветных, редких, редкоземельных и благородных металлов, алмазов, горнохимического и техногенного сырья. Результаты исследований направлены на повышение комплексности использования минерального сырья и снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Материалы Конгресса могут быть рекомендованы для специалистов горно-металлургического комплекса, научно-педагогических работников, аспирантов, студентов и всех заинтересованных лиц.

ISBN 978-5-6047564-7-8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕРОСОДЕРЖАЩЕГО УГЛЯ И ДОБАВКИ Na_2SO_4 ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ НИКЕЛЕВОЙ ЛАТЕРИТНОЙ РУДЫ

Т.Т. Фунг¹, Ч.Т. Чан¹, В.Л. Фам¹, В.М. Нгуен²

¹Ханойский университет горного дела и геологии, Ханой, Вьетнам

²Технологический институт, Ханой, Вьетнам, chinhnhan88@gmail.com

Серо-содержащие угли редко используются в металлургической промышленности из-за экологических проблем и их негативного воздействия на качество продукции. Однако последние исследования процесса восстановления и магнитной сепарации для извлечения никеля из низкосортной латеритной руды показали, что сера и её соединения могут способствовать образованию слабо магнитных железных сульфидов в процессе восстановления. Этот процесс снижает включение железа в магнитные продукты (никелевые концентраты) [1–3]. В данной работе представлены экспериментальные результаты обогащения низкосортной никелевой латеритной руды с использованием серосодержащего угля из шахты На Зыонг (Вьетнам) с добавкой Na_2SO_4 , в сравнении с экспериментами, проведёнными с использованием антрацитового угля при тех же условиях.

Эксперименты по восстановлению проводились при различных температурах и соотношениях угля, с постоянной продолжительностью восстановления в 90 минут. Сначала температура восстановления варьировалась от 900°C до 1200°C при фиксированном соотношении угля 8%. Для изучения влияния соотношений угля эксперименты проводились при 1100°C с соотношениями угля от 5% до 12,5%. После завершения процесса восстановления образцы подверглись магнитной сепарации при интенсивности 0,32 Тл для получения никелевых концентратов.

Результаты показали, что использование серосодержащего угля привело к более высокой степени извлечения никеля и большему содержанию никеля в концентратах магнитной сепарации по сравнению с антрацитовым углем. При использовании серосодержащего угля анализ SEM-EDS выявил частицы, преимущественно состоящие из Fe и S в восстановленных образцах. Это свидетельствует о том, что сера в угле играет роль в образовании FeS.

Для улучшения качества концентрата Na_2SO_4 был введен в качестве добавки в процессе восстановления. Добавка была использована в количестве 3%, при соотношении угля 10% и температуре восстановления 1050°C в течение 90 минут. Результаты показали, что добавление Na_2SO_4 значительно улучшило процесс восстановления, увеличив содержание никеля в магнитном концентрате с 2,88% до 3,66%, а степень извлечения возросла с 58% до более чем 76%.

[1] J.C.Dong, Y.G.Wei, et al. *JOM*. 70 (2018) 2365.

[2] L.H.Gao, Zh.G.Liu, et al. *Min. Metall. Explor.* 36 (2019) 375.

[3] T.Th.Phung, T.T.Tran, et al. *J. Min. Earth Sci.* 65 (2024) 44.

EFFECTIVENESS OF USING SULFUR-CONTAINING COAL AND Na_2SO_4 ADDITIVE FOR ENRICHMENT OF NICKEL LATERITE ORE

T.Th. Phung¹, T.T. Tran¹, V.L. Pham¹, V.M. Nguyen²

¹Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam

²Institute of Technology, Hanoi, Vietnam, chinhnhan88@gmail.com

Sulfur-containing coal is infrequently used in the metallurgical industry due to environmental concerns and its negative impact on product quality. However, recent studies on the reduction-magnetic separation process for nickel recovery from low-grade laterite ore have shown that sulfur and its compounds can facilitate the formation of weakly magnetic iron sulfides during reduction. This process reduces iron inclusion in magnetic products (nickel-rich concentrates) [1–3]. This study presents experimental results on the reduction of low-grade nickel laterite ore using sulfur-containing coal from Na Duong mine (Vietnam) with a Na_2SO_4 additive, compared to experiments using anthracite coal under the same conditions.

Reduction experiments were carried out at different temperatures and coal ratios, maintaining a constant reduction duration of 90 minutes. The reduction temperature was varied between 900°C and 1200°C, with a fixed coal mixing ratio of 8%. To examine the effect of coal ratios, experiments were conducted at 1100°C, with coal ratios ranging from 5% to 12.5%. After completing the reduction process, the samples underwent magnetic separation at an intensity of 0.32 T to produce nickel-containing concentrates.

The results showed that using sulfur-containing coal led to a higher nickel recovery rate and nickel content in magnetic separation concentrates compared to anthracite coal. When sulfur-containing coal was used, SEM-EDS analysis identified particles predominantly composed of Fe and S in the reduced samples. This finding suggests that sulfur in the coal plays a role in the formation of FeS.

To improve the quality of the concentrate, Na_2SO_4 was introduced as an additive during the reduction experiments. The additive was applied at a rate of 3%, alongside a charcoal rate of 10%, under reduction conditions of 1050°C for 90 minutes. The results showed that the addition of Na_2SO_4 significantly enhanced the reduction process, increasing the nickel content in the magnetic concentrate from 2.88% to 3.66%, while the recovery rate rose from 58% to over 76%.

[1] J.C.Dong, Y.G.Wei, et al. *JOM*. 70 (2018) 2365.

[2] L.H.Gao, Zh.G.Liu, et al. *Min. Metall. Explor.* 36 (2019) 375.

[3] T.T.Phung, T.T.Tran, et al. *J. Min. Earth Sci.* 65 (2024) 44.

TABLE OF CONTENTS

ORGANIZING COMMITTEE	5
TECHNOLOGIES FOR PROCESSING ORES OF FERROUS, NON-FERROUS METALS, DIAMONDS, COAL, AND MINING AND CHEMICAL RAW MATERIALS	35
RESEARCH ON THE USE OF FLOCCULANTS TO ENHANCE THE FILTRATION EFFICIENCY OF IRON ORE CONCENTRATES WITH LOW SiO ₂ CONTENT E.D. Chylbak-ool, Y.V. Konukhov, U.V. Dmitrakova, A.S. Sizova.....	37
ASSESSMENT OF ENRICHABILITY OF CHROMIUM-BEARING PRODUCT FROM AKKARGINSKOYE DEPOSIT T.A. Buzunova, Yu.V. Volchek, S.Yu. Melchakov, A.A. Nekrasova.....	39
THE EFFECT OF THE VACUUM VALUE IN THE SEDIMENT COLLECTION ZONE ON THE FILTRATION PARAMETERS OF FLOTATION CONCENTRATES OF NON-FERROUS METAL ORES ON CERAMIC DISK VACUUM FILTERS U.V. Dmitrakova, A.A. Nikolaev	41
DETERMINATION OF OPTIMAL OPERATING MODES OF THE KDF PILOT PLANT FOR FILTRATION OF FLOTATION CONCENTRATES OF NON-FERROUS METALS U.V. Dmitrakova, A.A. Nikolaev	43
ON THE RESULTS OF DOMESTIC PRACTICE IN THE APPLICATION OF PRELIMINARY RADIOMETRIC ORE SORTING DURING ORE DRESSING K.V. Godun, A.M. Olkhovsky.....	45
THE APPLICATION OF CENTRIFUGAL JIGGING IN A GOLD PROCESSING PLANT M.S. Luchko.....	47
ENVIRONMENTALLY SOUND DECISIONS OF JSC “GiproRIVS” DURING THE RECONSTRUCTION OF MINING AND PROCESSING PLANTS A.V. Golovanov, S.A. Ropeyko, A.K. Efremova, B.A. Kutlin	49
ADVANCED TECHNOLOGY OF RADIOMETRIC CONCENTRATION OF DIAMOND-CONTAINING RAW MATERIALS I.A. Makalin, A.V. Ivanov.....	51
TECHNOLOGICAL SOLUTIONS AND GROUNDWORK FOR THE CREATION OF MODULES FOR THE ENRICHMENT OF MINERAL RAW MATERIALS A.I. Matveev A.I. Matveev, I.F. Lebedev, V.R. Vinokurov, E.S. Lvov, N.G. Ereemeeva, E.S. Sleptsova	53
STUDY OF THE GRAVITATIONAL ENRICHMENT OF COAL AND CALCULATION OF EXPECTED BENEFICIATION RESULTS I.Yu. Motovilov, Sh. A. Telkov, M.B. Barmenshinova, R.S. Omar	55
EFFECTIVENESS OF USING SULFUR-CONTAINING COAL AND Na ₂ SO ₄ ADDITIVE FOR ENRICHMENT OF NICKEL LATERITE ORE T.Th. Phung, T.T. Tran, V.L. Pham, V.M. Nguyen.....	57
FACTORIAL ANALYSIS OF REDUCED MECHANICAL ENTRAINMENT OF GANGUE MINERALS INTO ZINC CONCENTRATE Y.N. Arabadzhil, N.N. Orekhova	59
INFORMATION METHODS OF PRELIMINARY ORE DRESSING OF MINERAL RAW MATERIALS T.Yu. Ovchinnikova, E.F. Tsypin, S.V. Ziyatdinov	61